

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-200313

(43)公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51)Int.Cl.⁶

H01P 5/12
5/02

識別記号

603

F I

H01P 5/12
5/02

B

603E

審査請求 有 請求項の数4 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平9-5178

(22)出願日 平成9年(1997) 1月16日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 宮本 裕行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

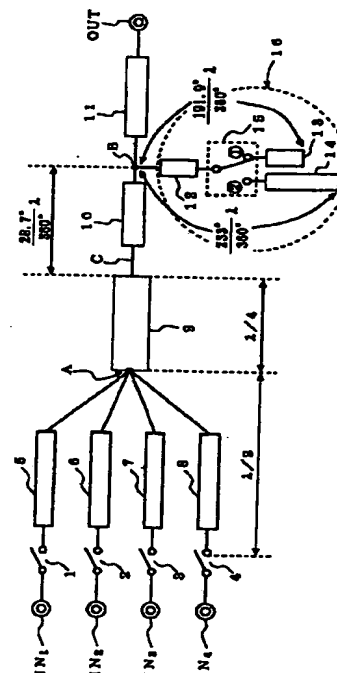
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 高周波電力合成器

(57)【要約】

【課題】 高周波電力合成器にて合成器の入力を組合せで切換えて使用する場合の合成器の通過損失の低減をはかる。

【解決手段】 1～nポートの合成器において、ポートの組合せで、通過損失が悪化してしまうポートの組合せの場合に、オープンスタブ回路16の切換スイッチ15を用いて、回路の整合を最良点にすることで、合成器の電力通過損失の低減をはかり、効率の良いシステム運用を可能とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】高周波電力が入力される n 個 (n は 2 以上の整数) の入力ポートにそれぞれ切り換えスイッチを設け、これら切り換えスイッチのオン/オフにより任意の組み合わせで、 $1 \sim n$ 個の入力ポートを合成し、最大 n 個の合成時に最良の整合となるようインピーダンス変換回路を設定し、このインピーダンス変換回路の後段にオープンスタブ回路を設定し、 $1 \sim n$ 個の入力ポートの合成で通過損失が悪化する合成時に、前記オープンスタブ回路を切換えて通過損失を低減することを特徴とする高周波電力合成器。

【請求項 2】前記スイッチの任意組み合わせによる合成数を読み取り、読み取った合成数に応じて、前記オープンスタブ回路を切り換えるコントロール回路を備える請求項 1 記載の高周波電力合成器。

【請求項 3】 n 台 (n は 2 以上の整数) の高周波増幅器の出力電力を、任意の組合せで合成する高周波電力合成器において、

前記出力電力が入力される n 個の入力ポートの各々に接続された n 個のスイッチと、

前記スイッチのそれぞれに接続され、同一の特性インピーダンスおよび同一の長さを有する n 本のラインと、

前記ラインの出力側が共通に接続された合成点と、

この合成点に接続され、最大 n 個の合成時に、前記合成点で最良のインピーダンス整合が得られるように設計されたインピーダンス変換ラインと、

前記インピーダンス変換ラインに接続された第 1 のラインと、

前記第 1 のラインに接続された第 2 のラインと、

前記第 1 のラインと第 2 のラインとの接続点に接続されたオープンスタブ回路と、を備える高周波電力合成器。

【請求項 4】前記オープンスタブ回路は、

前記接続点に一端が接続される、特定のインピーダンスおよび長さを有する第 1 のラインと、

特定のインピーダンスおよび長さを有する複数本の第 2 のラインと、

前記第 1 のラインを、前記複数本の第 2 のラインのいずれかに切り換えて接続するスイッチと、よりなる請求項 3 記載の高周波電力合成器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の高周波増幅器の出力電力を、任意の組み合わせで合成する高周波電力合成器に関し、特に複数の増幅器の出力電力合成を、低合成損失で行うことを可能にした高周波電力合成器に関する。

【0002】

【従来の技術】高周波電力合成器は、例えば特開平 6-318829 号公報に示されるように、高周波電力合成する場合において、増幅器を含めた電力増幅部としての

2

電力損失が少なくすむように高周波電力を合成することを目的として用いられている。

【0003】図 4 に、上記公開公報に記載された高周波電力合成器 20 を示す。この高周波電力合成器 20 は、 n 台 (図では 4 台) の電力増幅器 211, 212, 213, 214 が並列運転される場合において、システムのグレードまたは故障に簡単に対応できるように、ダイオードスイッチ D_1, D_2, D_3, D_4 を用い、増幅器の切り換えを行えるシステムである。ダイオードスイッチと合成点 P との間には、特性インピーダンスが $[(n/2) + 1]^{1/2} \cdot Z_0$ 、長さが $[(2m-1) \cdot \lambda / 4]$ の n 本 (図では 4 本) の線路 L_1, L_2, L_3, L_4 が設けられている。ここに、 n, m は整数、 Z_0 は回路の特性インピーダンス、 λ は波長である。

【0004】この合成器 20 によれば、2~4 個ポート各々の合成時、合成損失が均一化し、かつ合成損失が低減するので、システムの効率化運用、また、部品点数の削減による回路信頼性向上、低消費電力化、低損失化、および低価格化を図ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般に、システムグレードに対応する場合、高周波電力合成器を用いて、増幅器 1 台から n 台 ($1 \sim n$ 個ポート) へと徐々にシステムアップ (グレードアップ) する場合は考えられる。前述した従来の合成器では、増幅器 1 台のみで合成器を通過した場合の電力損失は、1.4 dB (線路損失 0.2 dB を含む) となり、2, 3, 4 台の増幅器の出力電力の合成に比べ大きな電力損失となる。その理由は、図 4 の合成器では、3 合成時にインピーダンスの整合が最良となるように設計されているため、増幅器 1 台での運用では、合成損失が 1.4 dB と悪化してしまうからである。

【0006】ここで、合成損失とは、合成器のポートの選択により生じるインピーダンスの不整合により生じる損失 (線路損失を含む) を言うものとする。また、通過損失とは、合成数が 4, 3, 2 のときに、それぞれ対応する合成器の電力損失に前述した合成損失を加えた損失である。

【0007】本発明の目的は、 n 台の高周波増幅器の出力電力を、任意の組み合わせで合成することができる高周波電力合成器において、増幅器 1 台の運用においても通過損失 (1 台の場合には、合成損失に同じである) を低減できる高周波電力合成器を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の高周波電力合成器は、高周波電力が入力される n 個 (n は 2 以上の整数) の入力ポートにそれぞれ切り換えスイッチを設け、これら切り換えスイッチのオン/オフにより任意の組み合わせで、 $1 \sim n$ 個の入力ポートを合成し、最大 n 個の合成時に最良の整合となるようインピーダンス変換回路

10

20

30

40

50

3

を設定し、このインピーダンス変換回路の後段にオープンスタブ回路を設定し、1～n個の入力ポートの合成で通過損失が悪化する合成時に、前記オープンスタブ回路を切換えて通過損失を低減することを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。

【0010】図1は、本発明の第1の実施例を示す構成図であり、4ポート高周波入力の高周波4合成器を示す。なお本実施例では、使用周波数の中心周波数は、81.5MHzである。

【0011】この合成器は、図示しない増幅器が接続される高周波入力端子（入力ポート） IN_1 、 IN_2 、 IN_3 、 IN_4 を備え、これら入力端子は、スイッチ1、2、3、4を経て、インピーダンスが50Ωで長さが $\lambda/2$ のライン5、6、7、8の一端に接続されている。これらラインの他端は合成点Aに接続され、合成点Aは、インピーダンス変換ライン9、インピーダンスが50Ωのライン10、インピーダンスが50Ωのライン11の直列回路を経て高周波出力端子OUTに接続されている。

【0012】インピーダンス変換ライン9は、スイッチ1、2、3、4がすべてオンされた4合成時にインピーダンス整合が最良となるように設計されており、 $\lambda/4$ 長、25Ωに設計されている。

【0013】また、50Ωライン10は、 $(28.7^\circ/360^\circ)$ λ の長さに設計されており、50Ωライン11は、任意の長さとしてすることができる。

【0014】スイッチ1、2、3、4のオン/オフにより、4ポートから入力された高周波電力を任意に自由に組合せることができる。スイッチがオフの場合、このスイッチに接続されたラインを合成点Aより見たインピーダンスは無限大となる。このとき、使用中の入力ポートは、インピーダンス整合がくずれるため、4、3、2、1合成時に、合成損失は0.2dB、0.3dB、0.8dB、2.1dB（これらは、それぞれ線路損失を含んでいる）となる。通過損失は、合成数が4、3、2のときに、それぞれ対応する合成器を使用した理想的な通過損失に上記の合成損失を加えた値となる。すなわち、6.2dB、5.1dB、3.8dB、2.1dBとなる。

【0015】50Ωライン10と50Ωライン11との接続点Bには、オープンスタブ回路16が設けられている。このオープンスタブ回路は、50Ωライン12と、スイッチ15と、このスイッチにより接続が切り換えられる50Ωライン13、14とから構成されている。接続点Bから50Ωライン12、スイッチ15を経て50Ωライン13までは、 $(191.9^\circ/360^\circ)$ λ 長となるように設計されている。また、接続点Bから50Ωライン12、スイッチ15を経て50Ωライン14ま

4

では、 $(233^\circ/360^\circ)$ λ 長となるように設計されている。

【0016】次に、本実施例の高周波電力合成器の動作を説明する。

【0017】高周波入力ポートから入力された高周波電力は、スイッチ1、2、3、4で切り換えられて入力される。これらスイッチは、任意にオン/オフが可能であり、入力ポートと合成数は、入力ポートの組み合わせで自由に選べるように構成されている。スイッチから出た高周波信号は、 $\lambda/2$ 長の50Ωライン5、6、7、8を通る。ここで、対応するスイッチがオフされている入力ポートは、点Aにおいてその入力ポートを見たときのインピーダンスが無限大となる。前述したように、インピーダンス変換ライン9は、点Aにおけるインピーダンス整合が4合成時に最良となるように設計されている（ $\lambda/4$ 、25Ω）。最大4合成に重点においてインピーダンス変換ラインが設計されているので、オープンスタブ回路16がなければ、前述したように、合成数が最大の4個より減少する程、合成損失の悪化は顕著に現れる。

【0018】本実施例によれば、このような合成損失の悪化は、インピーダンス変換ライン9の後の50Ωライン10と50Ωラインとの接続点Bに接続されたオープンスタブ回路16にて改善される。本発明は、特に、増幅器1台の運用時における合成損失を改善するものである。

【0019】図1において、4、3、2合成時は、オープンスタブ回路16のスイッチ15を①側に切り換えて、ライン12～ライン13により、 $(233^\circ/360^\circ)$ 長の50Ωラインを形成する。このとき、B点のインピーダンスは無限大となるため、4、3、2合成時は、インピーダンス変換ライン9による通常のインピーダンス変換後、インピーダンス整合された50Ωライン10、11を通過して高周波出力端子OUTに出力される。

【0020】増幅器1台のみの出力電圧が合成器を通過する場合、インピーダンス変換ライン9との不整合が最大となり、通過損失は増加してしまう。そこで、オープンスタブ回路16のスイッチ15を②側に切り換える。増幅器が1台のみの場合、25Ωのインピーダンス変換ライン9を通ったときのインピーダンスは、12.5Ωとなる。このインピーダンスは、図1においてインピーダンス変換ライン9と50Ωライン10との間の接続点Cから入力ポート側を見たインピーダンスである。

【0021】以上のインピーダンス変換の状態を、図2のスミスチャートに示す。12.5Ωはチャート上でa点の位置にある。a点の12.5Ωのインピーダンスは、50Ωライン10でスミスチャート上を、b点に移動する。ここで、50Ωライン12～50Ωライン14により構成されたオープンスタブにより、b点よりスミス

5

チャート上をc点に移動し、c点で50Ωとなる。このインピーダンスは、図1の点Bより入力ポート側を見たインピーダンスである。したがって、B点で最良のインピーダンス整合が得られる。インピーダンス整合された高周波出力は、損失なく50Ωライン11を通り高周波*

切り換え ポート数	オープンスタブ回路無し		第 1 実 施 例	
	通過損失	合成損失	通過損失	合成損失
4	6.2dB	0.2dB	6.2dB	0.2dB
3	5.1dB	0.3dB	5.1dB	0.3dB
2	3.8dB	0.8dB	3.8dB	0.8dB
1	2.1dB	2.1dB	0.2dB	0.2dB

【0024】表1には、比較のためにオープンスタブ回路の無い場合の通過損失・合成損失を示す。増幅器1台を運用する場合、オープンスタブ回路が無い場合には、合成損失は2.1dBであるが、オープンスタブ回路を設けた場合には、合成損失は0.2dB（実質的に線路損失のみ）と低く抑えることができた。

【0025】図3は、本発明の第2の実施例である高周波電力合成器を示す。この合成器は、図1と同様の構成において、オープンスタブ回路の構成を変えると共に、オープンスタブ回路のスイッチのオン/オフを制御するコントロール回路を設けたものである。

【0026】本実施例のオープンスタブ回路19は、スイッチ17を、3路スイッチとし、50Ωライン18をさらに付加している。接続点Bから50Ωライン12を経て各50Ωライン13、14、18のライン端に到る長さは順次長くなるように設定されている。このオープンスタブ回路19により、第1の実施例で合成損失の大きい2合成時の合成損失を改善できる。

【0027】具体的には、4合成時および3合成時にはスイッチ17を①に、2合成時に②に、増幅器1台のときに③にそれぞれ切り換える。これにより通過損失および合成損失は、表2に示すようになる。

【0028】

【表2】

切り換え ポート数	第 2 実 施 例	
	通過損失	合成損失
4	6.2dB	0.2dB
3	5.1dB	0.3dB
2	3.2dB	0.2dB
1	0.2dB	0.2dB

6

*出力端子OUTに出力される。

【0022】本実施例の通過損失・合成損失シミュレーションを表1に記載する。

【0023】

【表1】

【0029】2合成時の合成損失は、0.8dBかつ0.2dBに改善できた。

【0030】オープンスタブ回路19のスイッチ17の切り換えは、スイッチ1、2、3、4の組み合わせから合成数をコントロール回路30で読み取り、合成数に合ったスイッチ17の接続点を自動的に切り換えられるようにしている。

【0031】

【発明の効果】本発明の高周波電力合成器によれば、オープンスタブ回路を切り換えることにより、インピーダンス整合を最良にできるので、n個のポートの合成で、1台の増幅器の出力電力のみ合成器を通した場合の通過損失を小さく抑えることができる。さらにはオープンスタブ回路の構成によって、2合成時の通過損失を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波電力合成器の第1の実施例を示す構成図である。

【図2】インピーダンス変換の状態を示すスミスチャートである。

【図3】本発明の高周波電力合成器の第2の実施例を示す構成図である。

【図4】従来の高周波電力合成器の構成を示す図である。

【符号の説明】

1～4 スイッチ

5～8 50Ωライン

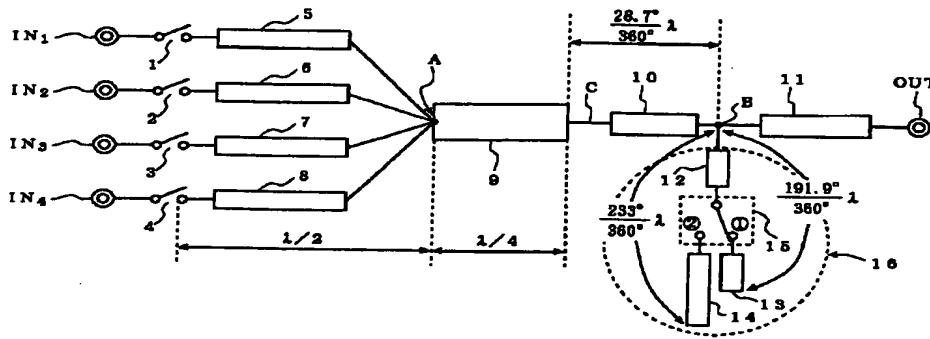
9 インピーダンス変換ライン

10～14、18 50Ωライン

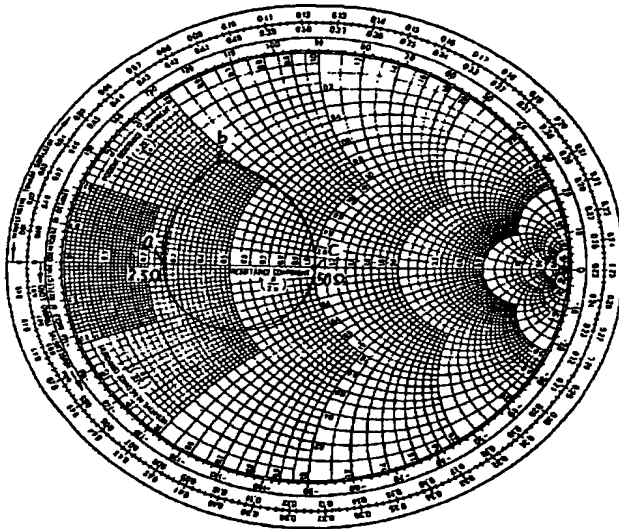
15 スイッチ

16、19 オープンスタブ回路

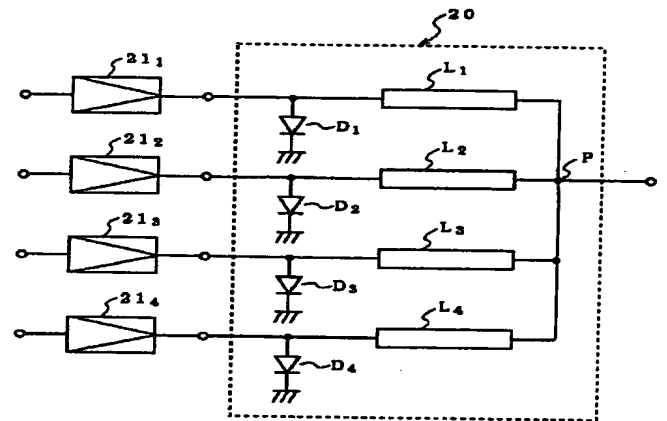
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

